

Requested Patent           JP8137092A

Title:           METHOD AND DEVICE FOR EXAMINING MASK ;

Abstracted Patent:       JP8137092 ;

Publication Date:       1996-05-31 ;

Inventor(s):           MARUYAMA HIROSHI ;

Applicant(s):           FUJITSU LTD ;

Application Number:      JP19940274700 19941109 ;

Priority Number(s):      ;

IPC Classification:      G03F1/08 ; G01B11/30 ; H01L21/027 ; H01L21/66 ;

Equivalents:

ABSTRACT:

PURPOSE: To enable defect examination to be performed efficiently while avoiding detection of defects in regions which do not affect transfer by performing examination through the comparison of data about a pattern subjected to image processing and classified into three or more gradations with examination data classified into three or more gradations according to transmittance.

CONSTITUTION: A pattern on the reticle of a plate 2 to be examined is exposed to light from a light source 1, and the light transmitted through the pattern of the reticle is received by a photocell 3, and after image processing is carried out at an image processing portion 4 image data is stored in an image storage portion 5. The image processing is performed while the pattern on the reticle is classified into three or more gradations for each of the transmittances of a high-transmittance portion, a halftone shading film portion and a low- transmittance portion. Therefore, an actual pattern and examination data can be compared for examination while being classified into three gradations for each transmittance, and so not only the shaded and transparent portions but also halftone portions can be detected. Therefore, the detected halftone portion and the examination data can be compared for evaluation.

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-137092

(43)公開日 平成8年(1996)5月31日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 3 F 1/08	S			
G 0 1 B 11/30	C			
H 0 1 L 21/027				
21/66	J 7735-4M			
H 0 1 L 21/30 5 0 2 V				
審査請求 未請求 請求項の数5 OL (全7頁)				

(21)出願番号	特願平6-274700	(71)出願人	000005223 富士通株式会社 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地
(22)出願日	平成6年(1994)11月9日	(72)発明者	丸山 浩 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社内

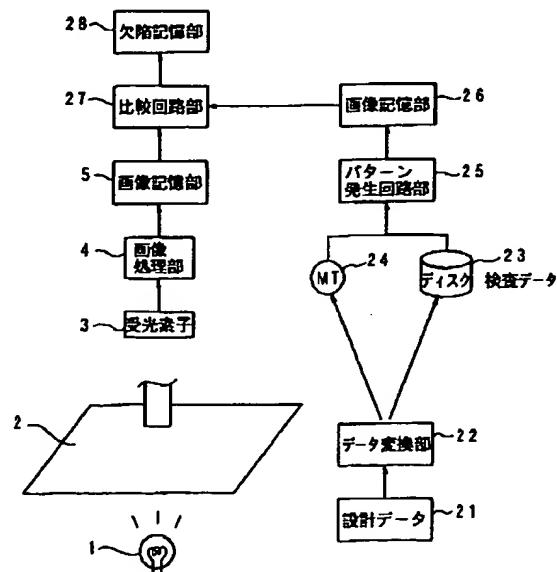
(54)【発明の名称】 マスクの検査方法及びマスクの検査装置

(57)【要約】

【目的】 遮光部分及び透明部分のみならずハーフトーン部を検出して、検出したハーフトーン部と検査用データとの比較評価を行うことができるとともに、転写に影響しない領域の欠陥を検出しないようにして、欠陥検査を効率良く行うことができる。

【構成】 マスク上のパターンを、光透過部分と、該光透過部分よりも光の透過率の低い低光透過率部分と、該光透過部分の光透過率と該低光透過率部分の光透過率の間の光透過率を有する中間光透過率部分の光透過率毎に3階調以上に分類して、画像処理を行い、この画像処理を行った3階調以上に分類した前記パターンのデータと、被検査プレート及び設計データから変換されるとともに、前記パターンの光透過率により3階調以上に分類した検査用データとを比較して検査する。

本発明に係る一実施例のマスク・レチクル自動検査装置の構成を示すブロック図



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】マスク上のパターンを、光透過部分と、該光透過部分よりも光透過率の低い低光透過率部分と、該光透過部分の光透過率と該低光透過率部分の光透過率の間の光透過率を有する中間光透過率部分の光透過率毎に3階調以上に分類して、画像処理を行い、この画像処理を行った3階調以上に分類した前記パターンのデータと、被検査プレート及び設計データから変換されるとともに、前記パターンの光透過率により3階調以上に分類した検査用データとを比較して検査することを特徴とするマスクの検査方法。

【請求項2】前記検査用データは、透過率の異なるパターンを識別する記号を有するデータフォーマットからなることを特徴とする請求項1記載のマスクの検査方法。

【請求項3】前記マスクに形成されたハーフトーン遮光部分を、前記中間光透過率部分として画像処理を行うことを特徴とする請求項1、2記載のマスクの検査方法。

【請求項4】前記検査用データの光透過部分と境界のハーフトーン部分に、遮光膜が小さくなるデータのシフトを行い、パターン境界からシフトで発生させた領域内の透過率の低下する部分のみを欠陥として検出することを特徴とする請求項3記載のマスクの検査方法。

【請求項5】マスク上のパターンを、光透過部分と、該光透過部分よりも光の透過率の低い低光透過率部分と、該光透過部分の光透過率と該低光透過率部分の光透過率の間の光透過率を有する中間光透過率部分の光透過率毎に3階調以上に分類して、画像処理を行う画像処理手段と、被検査プレート及び設計データから変換されるとともに、前記パターンの透過率により3階調以上に分類した検査用データを作成する検査用データ作成手段と、画像処理した前記パターンのデータと作成した検査用データとを比較する比較手段とを有することを特徴とするマスクの検査装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、マスクの検査方法及びマスクの検査装置に係り、詳しくは、LSI用のマスク・レチクル自動検査技術に適用することができ、特に、遮光部分及び透明部分のみならずハーフトーン部を検出して、検出したハーフトーン部と検査用データとの比較評価を行うとともに、転写に影響しない領域の欠陥を検出しないようにして、欠陥検査を効率良く行うことができるマスクの検査方法及びマスクの検査装置に関する。

【0002】近年、LSIの高集積化及び微細化が進み、単純な遮光部と透過部とから構成される従来のマスクに比べて高い解像度を実現することができる利点を有する位相シフト露光方法が種々開発され検討されている。なかでも、ハーフトーン方式は、マスクから透過する光波の位相を一部反転することができるため、位相シ

2

フトを有さない透過型マスク方式よりも解像度及び焦点深度を向上させることができる点で注目され主流となっている。このため、遮光部分と透明部分のみならず、ハーフトーン部を確実に検出することができるマスクの検査方法及びマスクの検査装置が要求されている。

## 【0003】

【従来の技術】従来のレチクル検査装置では、遮光膜の部分の光強度を100%とし、透明な部分の光強度を0%として、得られた光学像の比較を行うことにより、レチクルの遮光膜部分と透明部分を検出することができる。さて、従来のCt等からなるレチクル遮光膜は、光を透過しないが、前述の如く、位相シフトを有さない透過型マスク方式よりも解像度及び焦点深度を向上させることができる点で注目されているハーフトーン位相シフトレチクルでは、自動検査装置で検査する光の波長ではハーフトーン部が数十%の透過率を有する。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記したように、従来のレチクル検査装置では、遮光部分の光強度を100%とし、透明部分の光強度を0%として、遮光部分と透明部分のみを検出していたため、光の波長で、数十%もの透過率を有するハーフトーン部を検出することができず、検査用データと比較する方式の検査を行うことができないという問題があった。

【0005】また、通常、遮光膜上に異物が存在すると、露光した時に光透過率が変化するため、良好な位相シフト効果が得られ難くなる。しかし、位相シフト効果は、遮光部のエッジ部で得られるため、大きな遮光部の内部では遮光部自身の効果しか得られず、遮光部上に異物が存在しても位相シフト効果への影響は生じない。従来のレチクル検査装置では、異物が何の位置にあっても遮光膜上の欠陥を全て同一に検出するため、欠陥の検出データを全てメモリに記憶し、この欠陥の検出データを1つずつ全て検査用データと比較評価している。このため、転写に影響しない領域の検査用データとの確認作業まで行わなければならず、欠陥検査に手間がかかり面倒であるという問題があった。

【0006】そこで、本発明は、遮光部分及び透明部分のみならずハーフトーン部を検出して、検出したハーフトーン部と検査用データとの比較評価を行うことができるとともに、転写に影響しない領域の欠陥を検出しないようにして、欠陥検査を効率良く行うことができるマスクの検査方法及びマスクの検査装置を提供すること目的とする。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明は、マスク上のパターンを、光透過部分と、該光透過部分よりも光透過率の低い低光透過率部分と、該光透過部分の光透過率と該低光透過率部分の光透過率の間の光透過率を有する中間光透過率部分の光透過率毎に3階調以上に

3

分類して、画像処理を行い、この画像処理を行った3階調以上に分類した前記パターンのデータと、被検査プレート及び設計データから変換されるとともに、前記パターンの光透過率により3階調以上に分類した検査用データとを比較して検査することを特徴とするものである。

【0008】請求項2記載の発明は、上記請求項1記載の発明において、前記検査用データは、透過率の異なるパターンを識別する記号を有するデータフォーマットからなることを特徴とするものである。請求項3記載の発明は、上記請求項1、2記載の発明において、前記マスクに形成されたハーフトーン遮光部分を、前記中間光透過率部分として画像処理を行うことを特徴とするものである。

【0009】請求項4記載の発明は、上記請求項3記載の発明において、前記検査用データの光透過部分と境界のハーフトーン部分に、遮光膜が小さくなるデータのシフトを行い、パターン境界からシフトで発生させた領域内の透過率の低下する部分のみを欠陥として検出することを特徴とするものである。請求項5記載の発明は、マスク上のパターンを、光透過部分と、該光透過部分よりも光の透過率の低い低光透過率部分と、該光透過部分の光透過率と該低光透過率部分の光透過率の間の光透過率を有する中間光透過率部分の光透過率毎に3階調以上に分類して、画像処理を行う画像処理手段と、被検査プレート及び設計データから変換されるとともに、前記パターンの透過率により3階調以上に分類した検査用データを作成する検査用データ作成手段と、画像処理した前記パターンのデータと作成した検査用データとを比較する比較手段とを有することを特徴とするものである。

#### 【0010】

【作用】本実施例では、後述する実施例の図1～図5に示す如く、レチクル上のパターンを高光透過部分とハーフトーン膜部分と低光透過率部分との光透過率毎に3階調に分類して、画像処理を行い、この画像処理を行った3階調以上に分類した実パターンのデータと、被検査プレート及び設計データから変換されるとともに、パターンの光透過率により3階調以上に分類した検査用データとを比較して検査するように構成する。

【0011】このため、実パターンと検査用データを光透過率毎に3階調で分類して各々を比較検査することができるので、遮光部分及び透明部分のみならず、ハーフトーン部を検出することができる。従って、検出したハーフトーン部と検査用データとの比較評価を行うことができる。

#### 【0012】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面を参照して説明する。図1は本発明に係る一実施例のマスク・レチクル自動検査装置の構成を示すブロック図である。本実施例では、まず、Ar(アルゴン)レーザ等の光源1から被検査プレート2のレチクル上のパターンに光を照射し、

4

レチクルのパターンを透過する光を受光素子3で受光し、画像処理部4で画像処理を行った後、画像処理したパターンの画像データ(ビットマップ)を画像記憶部5に記憶する。この時、画像処理は、レチクル上のパターンを高光透過率部分とハーフトーン遮光膜部分と低透過率部分との光透過率毎に3階調以上に分類して行われる。

【0013】ここで、ハーフトーン位相シフトレチクルのパターンと光透過率を図2に示し、通常のレチクルのパターンと光透過率を図3に示す。図2(a)の透明基板11上にハーフトーン膜12のパターンが形成されたハーフトーン位相シフトレチクルでは、図2(b)に示す如く、ハーフトーン膜12部分の光透過率が数十%であるのに対し、図3(a)の透明基板11上にCr等の遮光膜13のパターンが形成された通常のレチクルでは、遮光膜13部分の光透過率が0%である。なお、透明基板11が露出された部分の光透過率は、100%である。

【0014】次に、図4は図2に示すハーフトーン位相シフトレチクルのパターンと光透過率を3階調に分けた場合のビットマップの例を示す図、図5は図3に示す通常のレチクルのパターンと光透過率を3階調に分けた場合のビットマップの例を示す図である。本実施例では、図4、5に示すように、図2のハーフトーン位相シフトレチクルのパターンと図3の通常のレチクルのパターンとから、画像処理部4により3値化されたビットマップを各々作成する。ビットマップは、高光透過率部分とハーフトーン遮光膜部分と低光透過率部分との光透過率毎に3階調で分類される。

【0015】次に、検査用データは、被検査プレート2と設計データ21からデータ変換部22により検査用に変換されて、磁気ディスク23や磁気テープ24に記憶される。次いで、磁気ディスク23や磁気テープ24から読み出された検査用データは、パターン発生回路部25によりレチクルのパターンの透過率を基に3階調に分類されてビットマップ化されて、画像記憶部26に記憶される。

【0016】そして、画像記憶部5からビットマップ化した実パターンのデータを読み出すとともに、画像記憶部26からビットマップ化した検査用データを読み出し、この読み出した実パターンのデータと検査用データとを比較回路部27により比較して検査する。このように、本実施例では、レチクル上のパターンを高光透過部分とハーフトーン膜部分と低光透過率部分との光透過率毎に3階調に分類して、画像処理を行い、この画像処理を行った3階調以上に分類した実パターンのデータと、被検査プレート及び設計データから変換されるとともに、パターンの光透過率により3階調以上に分類した検査用データとを比較して検査するように構成している。

【0017】このため、実パターンと検査用データを透

過率毎に3階調で分類して各々を比較検査することができる、遮光部分及び透明部分のみならず、ハーフトーン部を検出することができる。従って、検出したハーフトーン部と検査用データの比較評価を行うことができる。本実施例は、検査用データを、透過率の異なるパターンを識別する記号を有するデータフォーマットからなるビットマップで構成したため、実パターンと検査用データを効率良く、かつ精度良く比較評価することができる。

【0018】本実施例は、レチクルのハーフトーン遮光部分を中間光透過率部分として画像処理を行い、検査データから発生させる画像をハーフトーン部に対応させるように中間の階調としてレチクルの遮光膜と合わせるように構成したため、実パターンと検査用データのハーフトーン部の比較評価を効率良く行うことができる。なお、上記実施例では、実パターンと検査用データのビットマップ化を光透過率毎に3階調で分類して行う場合について説明したが、本発明はこれのみで限定されるものではなく、要は3階調以上に分類すればハーフトーン部を検出することができるので、例えば4階調で分類してもよいし、5階調で分類してもよい。

【0019】次に、本発明においては、検査用データの光透過部分と境界のハーフトーン部分に、遮光膜が小さくなるデータのシフトを行い、パターン境界からシフトで発生させた領域内の透過率の低下する部分のみを欠陥として認識するように構成してもよい。以下、具体的に図面を用いて説明する。次に、図6、7は検査用データの表記と検査用データから作成したハーフトーン位相シフトレチクルの画像イメージの作成例を示す図である。

【0020】図6では、斜線部の遮光部を取り囲まれる( $x_1, y_1, x_2, y_2$ )をパターンデータとし、このパターンデータの外周を有効エリアとし、データのシフト方向を外側にしている。図7では、斜線部の遮光部内側を有効エリアとし、データのシフト方向を内側にしている。次に、図8、9は検査用データから遮光膜上の異物の検出不要領域の発生例を示す図である。

【0021】図8は、図7のデータ有りの部分の階調をC2とし、データへのシフトを-シフトとした有効エリアが遮光部の内側になる場合に対応したものであり、破線の内側の部分が遮光膜上の異物の検出不要領域となるため、破線の内側部分に異物があつても影響しない。また、図9は、図6のデータ有りの部分の階調をC1とし、データへのシフトを+シフトとした有効エリアがパターンデータの外周となる場合に対応したものであり、破線の外側の部分が遮光膜上の異物の検出不要領域となり、破線の外側に異物があつても影響しない。

【0022】このように、高光透過率部分の画像イメージの周りの転写に影響する部分の領域を検査データから発生させ、透過率が低下する部分は、この領域以外では欠陥として検出せず、図1の欠陥記憶部28に記憶しな

い。このため、効率的な欠陥検査を行うことができる。次に、図10はハーフトーン位相レチクルのパターン部分とピンホール欠陥部と遮光膜上の異物の部分とを示す図、図11は図10に示すハーフトーン位相レチクルのパターン部分とピンホール欠陥部と遮光膜上の異物の部分の光透過率を示す図である。図示例は、検出が必要な欠陥例と検出が不要な欠陥例を示している。

【0023】本発明においては、図10、11に示す如く、パターンエッジから離れた所にある透過率が低下する遮光膜13上の異物31は、検出が不要である、欠陥として欠陥記憶部28に記憶しない。ここで、図10に示すパターンエッジから離れた所にある透過率が高くなっているピンホール欠陥部32は、検出が必要であるので、欠陥として図1の欠陥記憶部28に記憶する。このため、効率的な欠陥検査を行うことができる。

【0024】

【発明の効果】本発明によれば、遮光部分及び透明部分のみならずハーフトーン部を検出して、検出したハーフトーン部と検査用データとの比較評価を行うことができるとともに、転写に影響しない領域の欠陥を検出しないようにして、欠陥検査を効率良く行うことができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る一実施例のマスク・レチクル自動検査装置の構成を示すブロック図である。

【図2】ハーフトーン位相シフトレチクルのパターンと光透過率を示す図である。

【図3】通常のレチクルのパターンと光透過率を示す図である。

【図4】図2に示すハーフトーン位相シフトレチクルのパターンと3階調のビットマップの例を示す図である。

【図5】図3に示す通常のレチクルのパターンと3階調のビットマップの例を示す図である。

【図6】検査用データの表記と検査用データから作成したハーフトーン位相シフトレチクルの画像イメージの作成例を示す図である。

【図7】検査用データの表記と検査用データから作成したハーフトーン位相シフトレチクルの画像イメージの作成例を示す図である。

【図8】検査用データから遮光膜上の異物の検出不要領域の発生例を示す図である。

【図9】検査用データから遮光膜上の異物の検出不要領域の発生例を示す図である。

【図10】ハーフトーン位相レチクルのパターン部分とピンホール欠陥部と遮光膜の異物の部分とを示す図である。

【図11】図10に示すハーフトーン位相レチクルのパターン部分とピンホール欠陥部と遮光膜上の異物の部分の光透過率を示す図である。

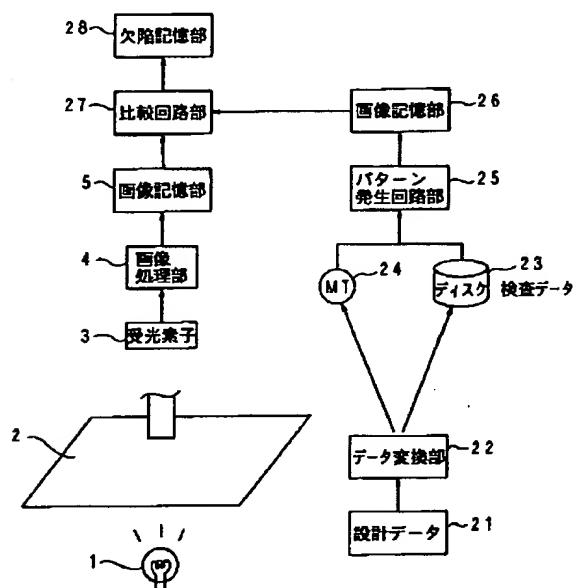
【符号の説明】

7

- 1 光源  
2 被検査プレート  
3 受光素子  
4 画像処理部  
5 画像記憶部  
11 透明基板  
12 ハーフトーン膜  
13 遮光膜  
21 設計データ

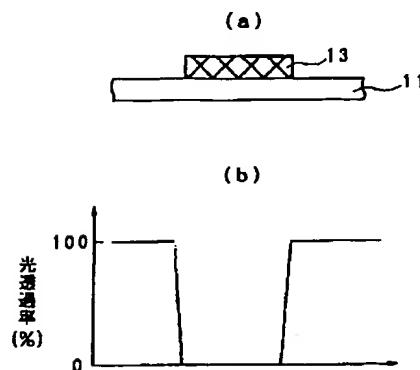
【図1】

本発明に係る一実施例のマスク・レチクル自動検査装置の構成を示すブロック図



【図3】

通常のレチクルのパターンと光透過率を示す図

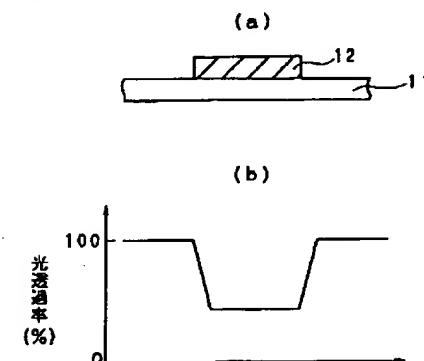


8

- 22 データ変換部  
23 磁気ディスク  
24 磁気テープ  
25 パターン発生回路部  
26 画像記憶部  
27 比較回路部  
28 欠陥記憶部  
31 異物  
32 ピンホール欠陥部

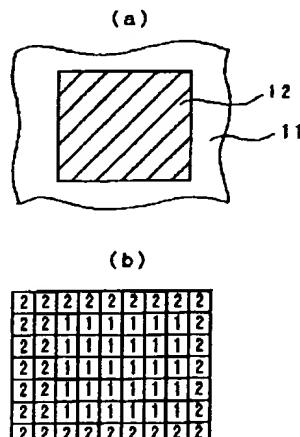
【図2】

ハーフトーン位相シフトレチクルのパターンと光透過率を示す図



【図4】

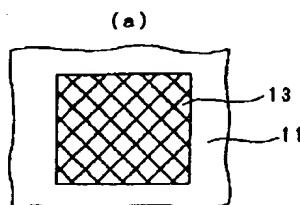
図2に示すハーフトーン位相シフトレチクルのパターンと3階調のビットマップの例を示す図



\*1 ; 灰 (ハーフトーン) 2 ; 白

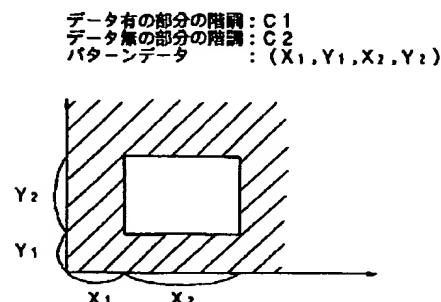
【図5】

図3に示す通常のレチクルのパターンと検査用データの表記と検査用データから作成した  
3階調のビットマップの例を示す図



2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	0	0	0	0	0	0	2	2
2	2	0	0	0	0	0	0	2	2
2	2	0	0	0	0	0	0	2	2
2	2	0	0	0	0	0	0	2	2
2	2	0	0	0	0	0	0	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

(b)



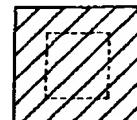
\*0: 黒 2: 白

【図8】

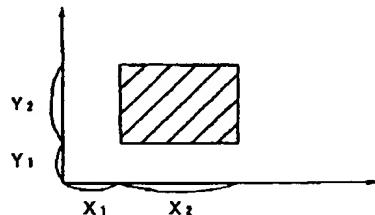
検査用データから遮光膜上の異物の検出不要領域の  
発生例を示す図

【図7】

検査用データの表記と検査用データから作成した  
ハーフトーン位相シフトレチクルの画像イメージの作成例を示す図



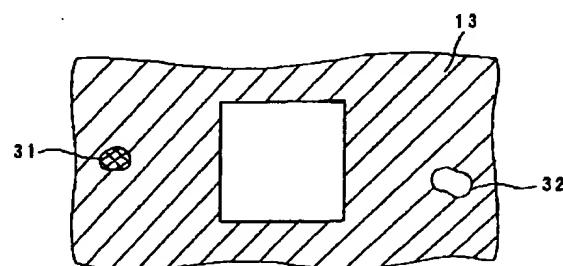
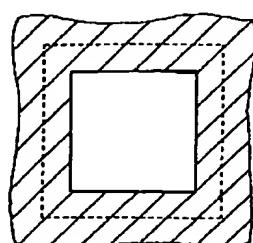
\*データ有の部分の階調: C2  
データ無の部分の階調: C1  
パターンデータ: (X1, Y1, X2, Y2)



【図9】

検査用データから遮光膜上の異物の検出不要領域の  
発生例を示す図

ハーフトーン位相レチクルのパターン部分と  
ピンホール欠陥部と遮光膜の異物の部分とを示す図



【図11】

図10に示すハーフトーン位相レチクルの  
パターン部分とピンホール欠陥部と遮光膜  
上の異物の部分の光透過率を示す図

